

千歳川流域の築堤盛土施工管理について —軟弱地盤における動態観測—

札幌開発建設部 千歳川河川事務所 第1工務課 ○小塚 涼
猪股 直紀
佐藤 尚樹

千歳川河川事務所で行っている築堤盛土工事では、基礎地盤が軟弱であり、変状等を防止するため、段階的な盛土を行っている。また、盛土工事を安全に行うための動態観測では、沈下板と変位杭による計測を行っており、計測結果により築堤の安定性を随時確認しながら施工を行っている。本稿は、段階的盛土に伴う動態観測機器の配置・計測頻度、動態観測結果による盛土の安全な施工を行っている流れを報告する。

キーワード：軟弱地盤、施工管理、動態観測、盛土の安定管理、盛土速度

1. はじめに

昭和56年8月の大洪水を契機に「石狩川水系工事実施基本計画」が見直され、この計画を基に千歳川流域の治水対策として「石狩川水系千歳川河川整備計画」が策定された。

千歳川河川事務所管内の工事では、この河川整備計画に基づき遊水地の整備及び堤防の整備を行っているが、これまで軟弱地盤に起因する多くの変状が生じているため、安全に盛土を施工することが重要な課題となっている。

2. 管内の地盤の特徴

千歳川河川事務所管内を含む石狩川下流部の基礎地盤は、図-1に示すとおり、北海道内で有数の泥炭性軟弱地盤帯を形成しており、これまでの築堤工事では多くの沈下や変状などが発生している。

地質状況の一例として、島松川左岸 KP3.4~KP4.2 付近の地質断面図を図-2に示す。泥炭と粘性土を合わせた軟弱地盤が厚く分布している。また、泥炭のN値は、 $N=0\sim 1$ 程度、コーン指数 $q_{cd}=100\sim 300\text{kN/m}^2$ 程度と非常に軟弱である。

このような軟弱地盤上での盛土工事となるため、これまで、設計段階では想定できなかった変状が発生している(写真-1)。



図-1 泥炭性軟弱地盤の分布¹⁾

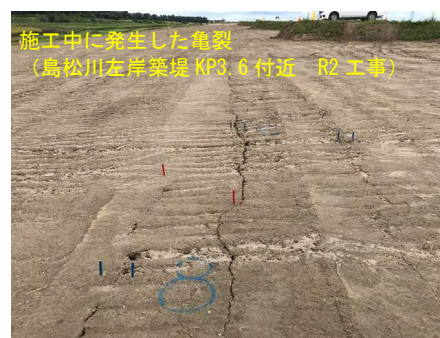


写真-1 亀裂発生状況

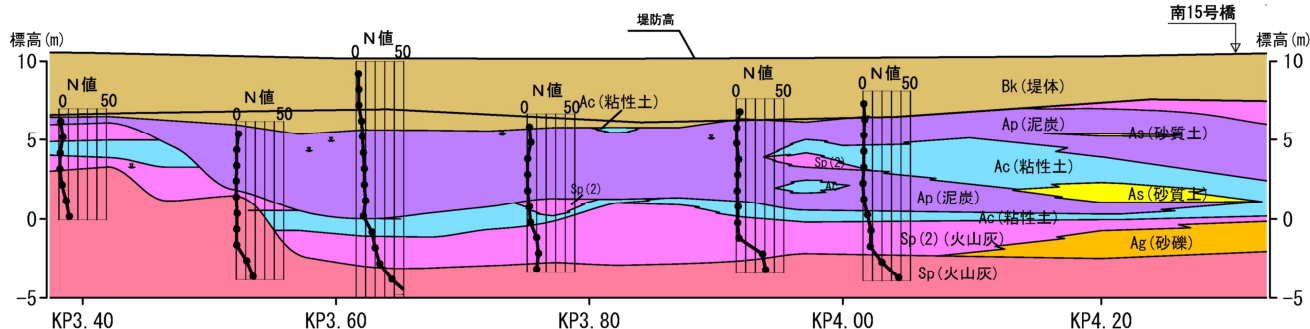


図-2 島松川左岸 KP3.4~KP4.2 付近の地質状況

3. 動態観測の実施方法

(1) 動態観測の目的

軟弱地盤上の盛土施工となるため、工事を安全に行うことを目的として動態観測を実施している。

(2) 動態観測の実施内容

施工時の動態観測は、沈下板と変位杭による実施を基本としている。図-4 及び写真-2 に示すとおり、沈下板は当該年度の施工箇所の断面変化点や最大盛土高を主として数箇所配置している。また、変位杭は、盛土法尻に設置するが、堤内排水路などの位置も踏まえて設置位置を決定している。

動態観測の仕様をまとめると、概ね以下のとおりである。

- ・観測計器：沈下板、変位杭
- ・測線間隔：1 測線/100m 程度
- ・1 測線当たりの計器設置数：
 - 沈下板=2~4 点/1 測線
 - 変位杭=1~2 点/1 測線
- ・観測頻度：1 回/日（施工中～盛土完了後 1 ヶ月）

(3) 動態観測による監視体制

動態観測による監視体制は、図-3 に示すとおり、発注者（千歳川河川事務所）、施工者、コンサルタントの 3 者で情報を共有しながら実施している。具体的には、盛土施工日は毎日、沈下と水平変位を施工者が計測し、データをクラウド(インターネットの情報共有スペース)上に登録する。登録されたデータに基づきコンサルタントが安全性の確認を行い、その情報を共有している。

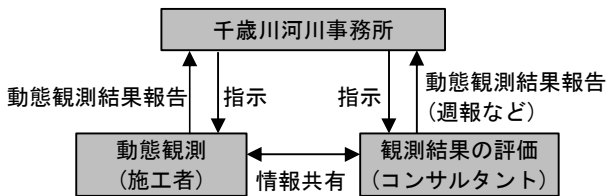


図-3 動態観測の評価に関わる体制



写真-2 沈下板と変位杭の状況

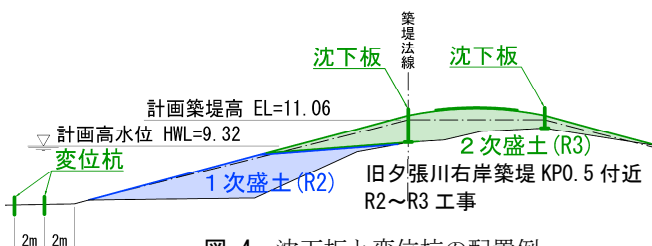


図-4 沈下板と変位杭の配置例

KODUKA Ryou, INOMATA Naoki, SATOU Naoki

(4) 動態観測実施の流れ

動態観測実施の流れは、図-5 に示すとおりである。

a) 日々の管理

施工時には動態観測を毎日実施しており、施工者は、観測結果を自身で確認するとともにクラウド上に動態観測データを登録する。登録された動態観測データをコンサルタントが日々確認を行う。

沈下量や水平変位量が急激に増加するなどの異常が発生し、計測ミス・計器異常・計器周辺での工事等の影響を確認し、計測結果の異常が正しいと判断された場合、施工継続・施工速度減・施工中止などの判断を行うこととしている。

なお、通常時は、コンサルタントが毎週 1 回「週報」を作成し、関係者間で情報を共有している。

b) 盛土速度引き上げ可否の検討

通常施工時、盛立期間の短縮を目的として、盛土速度引き上げの検討を行う場合がある。当該工事の動態観測結果、周辺工事の過年度の動態観測結果などを踏まえ、盛土速度の引き上げが可能か判断する。

c) 盛土速度引き上げ後の対応

盛土速度の引き上げ後も、施工中は毎日計測を行い、異常の有無を確認する。異常が認められる場合は、施工を一次中断する、元の盛土速度に戻すなどの検討を行う。

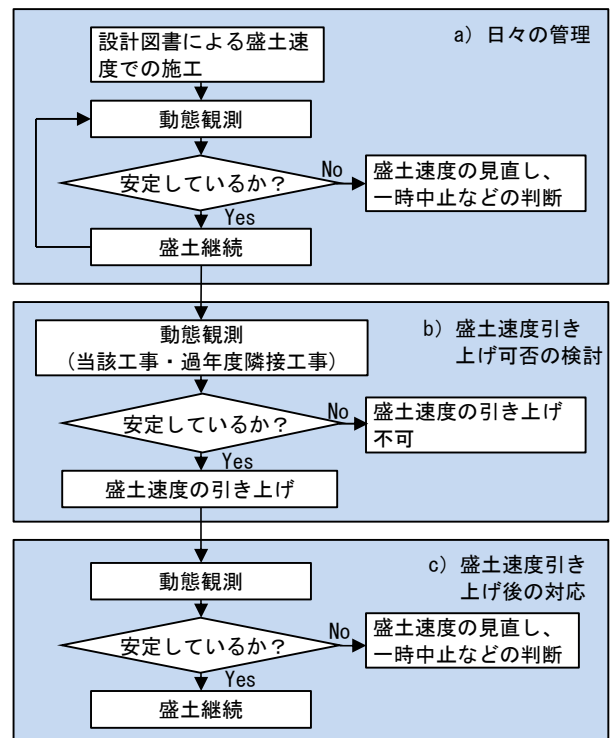
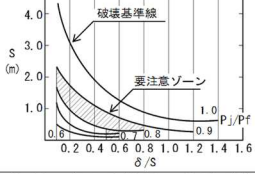
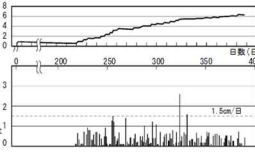
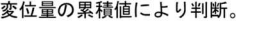


図-5 動態観測の流れ

(5) 動態観測における管理基準

動態観測における管理基準は、表-1 のように設定している。

表-1 動態観測の方法

安定管理法	概念	管理レベル
S~δ/S 沈下量~ 水平変位量	Sとδ/Sをプロットし、その軌跡が破壊基準線に近づくかどうかで判断。 	要注意 0.8 ≤ Pj/Pf ≤ 0.9 危険 Pj/Pf ≥ 0.9
Δδ/Δt~t 水平変位量	1日あたりの水平変位量により破壊を予測。 	要注意 Δδ/Δt ≥ 1.5cm/日 危険 Δδ/Δt ≥ 2.0cm/日
累積水平変位量	水平変位量の累積値により判断。 	要注意 Σδ ≥ 15cm 危険 Σδ ≥ 20cm

a) S~δ/S 管理図²⁾

盛土センター（管内の築堤盛土工事の場合、盛土最大厚を採用することが多い）の沈下量 S と盛土法尻に設置した変位杭の水平変位量 δ を用いて S~δ/S の関係図を作成する。この図には、経験的に設定された破壊基準線が示されており（Pj/Pf > 1.0 で破壊）、この基準線に近づくとき要注意、あるいは危険側に進行していると判断する。

ここで、施工途中の盛土荷重を Pj、破壊時の盛土荷重を Pf とした場合、Pj/Pf > 0.8 で要注意、Pj/Pf > 0.9 危険と判断している。

b) Δδ/Δt~t 管理図³⁾

1日あたりの盛土法尻の水平変位量に着目した管理方法である。経験的に1日あたりの水平変位量の基準が示されており、1.5cm 以上で要注意、同じく 2.0cm 以上で危険と判断して管理を行っている。

軟弱地盤上に盛土工事を行う場合、沈下量が大きくなるのは安全管理上、許容するが、盛土に伴う水平変位量が大きくなることは、側方に変形が発生していることを意味し、盛土の安定管理上、不安定に向かってしていると評価している。

c) 累積水平変位量

管内の盛土工事では、過去に水平変位量の累積値が大きくなると変状が生じた事例が確認されたとのことで、累積水平変位量を管理基準の指標としている。累積水平変位量が 15cm を越えると要注意、同じく 20cm を越えると危険と判断している。

4. 動態観測の実施事例

(1) 盛土工事例①

1次盛土、2次盛土が完了した事例（旧夕張川右岸築堤）を図-6に示す（S~δ/S 管理図、Δδ/Δt~t 管理図のみ掲載）。この事例は旧夕張川右岸の築堤工事であり、1次盛土を R2 年度、2次盛土を R3 年度に実施した。最大盛土厚は、1次盛土で 2.5m 程度、2

次盛土で 2.0m 程度である。

1次盛土は R2 年 7月 21日に完了し、動態観測は盛土完了後、約 2ヶ月間実施した。沈下の収束、S~δ/S 管理図、Δδ/Δt~t 管理図で安全との結果が得られたため、2次盛土を R3 年度に実施した。2次盛土も 1次盛土と同様に問題なく完了できた。

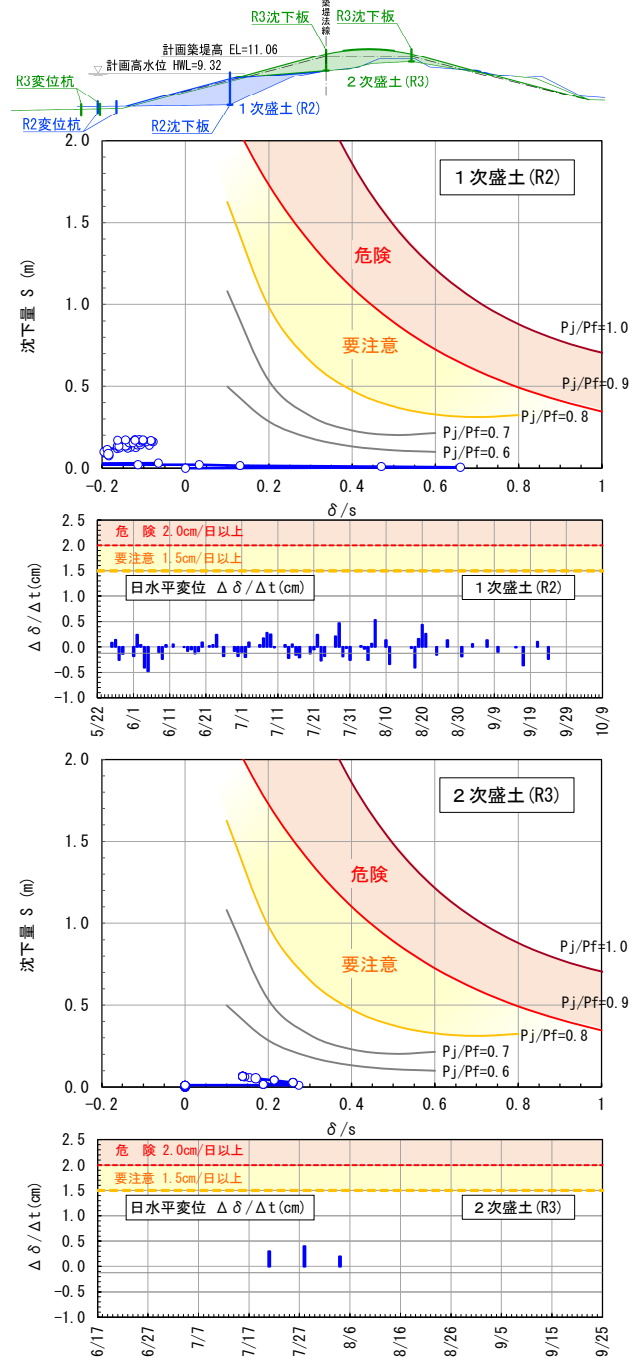


図-6 施工完了した動態観測事例
（旧夕張川右岸築堤 KPO.5 付近 R2~R3 工事）

(2) 盛土工事例②

R2 年度島松川左岸築堤工事では、図-7に示すとおり一次盛土約 3m を施工したところで S~δ/S 安定管理図の要注意ゾーンに近づく傾向が確認された。このため施工を中断し、その後、安全を確保するために 60cm の排土を行った。

その後の追加調査により、当該箇所は、想定していた地盤よりも強度が小さいことが確認されたため、対策工の検討を行い、現在は真空圧密工法による対策工を実施中である。

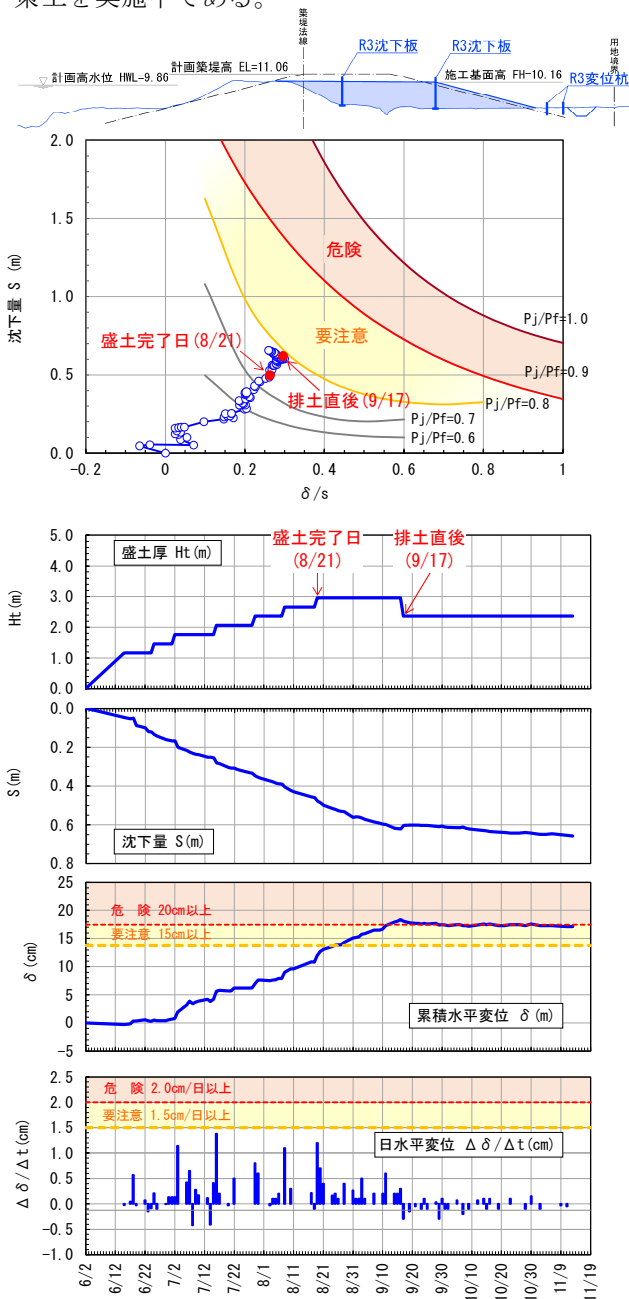


図-7 異常が認められた動態観測事例 (島松川左岸築堤 KP3.6 付近 R2 工事)

5. 施工の効率化に向けた対応

(1) 盛土速度引き上げの対応

盛土施工期間短縮のため、動態観測結果で安全性が確認できた場合は、盛土速度を引き上げる取り組みを行っている。当初設計による盛立速度は、軟弱地盤の層厚に応じ、表-2 を参考として 3cm/日～5cm/日としている。

施工者から盛土速度を引き上げたいとの要望があった際は、近傍での施工実績 (安全な施工が行われたことを動態観測結果で確認する)、当該工事での動

態観測結果に問題ないことを確認した後、盛土速度を引き上げている。

盛土速度を 3cm/日から 5cm/日に引き上げた事例から盛土厚と沈下量の経時変化を図-8 に示す。この事例では、7月 27 日に盛土速度の引き上げを決定し、その後、5cm/日に盛土速度を引き上げ、問題なく施工が完了した。

表-2 標準的な盛土速度⁴⁾

軟弱層厚	盛土速度 (cm/日)	盛土 1 層 (30cm) 当りに換算
5m 以上	3	10 日に 1 層施工
3～5m	5	6 日に 1 層施工
3m 未満	10	3 日に 1 層施工

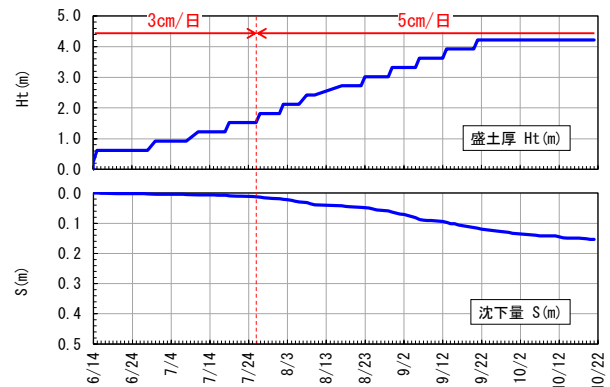


図-8 盛土速度を引き上げた事例 (島松川右岸築堤 KP2.0 付近 R4 施工)

(2) 盛土勉強会

動態観測の重要性や必要性、動態観測データの授受方法、緊急時の対応方法などに関する勉強会を開催し、盛土施工に関して発注者、施工者、コンサルタントが共通認識を持って対応できるよう対応している。今年度は 6月 23 日と 9月 28 日の 2 回開催し、いずれの回も発注者 10 名程度、工事受注者 20 名程度が参加した。

6. おわりに

千歳川河川事務所管内で実施している盛土の施工管理について紹介した。管内の盛土工事では、軟弱地盤上の施工となるため、慎重な施工が必要となっている。これに対し、千歳川河川事務所では、施工者やコンサルタントと情報を逐次共有し、変状を未然に防ぐことができた事例も出てきている。今後も安全な施工を目標に取り組んでいきたい。

また、動態観測の実施頻度や実施期間において、各工事でやや統一性がないことから、今後はこれまでの管理の実施を踏まえ、統一的な管理仕様を検討していく予定である。

参考文献

- 1) (国研) 土木研究所 寒地土木研究所：泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル (H29. 3), p3
- 2) 1) と同, p223-224
- 3) 1) と同, p224
- 4) 1) と同, p57